

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nikolina Črnek

# **ONEČIŠĆENJE I ZAŠTITA VODA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Nikolina Črnek

# **WATER CONTAMINATION AND PROTECTION**

Final paper

Karlovac, 2018

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nikolina Črnek

# **ONEČIŠĆENJE I ZAŠTITA VODA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Igor Peternel

Karlovac, 2018



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED  
SCIENCES Trg  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni/specijalistički studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2018

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Nikolina Črnek

Naslov: Onečišćenje i zaštita voda

Opis zadatka:

U završnom radu prikazati će se glavna onečišćenja voda, te mjere zaštite koje je potrebno poduzeti da se smanje onečišćenja.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

2/2018

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Igor Peternel

## **PREDGOVOR**

Ovaj završni rad sam izradila samostalno služeći se stečenim znanjem i pomoću navedene literature.

Posebno se zahvaljujem profesoru dr.sc. Igoru Peternelu na pomoći, savjetima i sugestijama prilikom pisanja ovoga rada.

Također se zahvaljujem svim članovima moje obitelji na bezuvjetnoj potpori, razumijevanju i strpljenju tijekom mog studiranja.

## **SAŽETAK**

U ovom završnom radu su detaljno opisani izvori onečišćenja i zagađenja voda te problematika koja se javlja uz to. Isto tako dana su određena rješenja te problematike. Rastom čovječanstva raste i potrošnja čiste vode te se stvaraju sve veće količine otpadne vode zagađene raznim organskim i anorganskim tvarima. Vode su onečišćenjem i zagađivanjem vrlo ugroženi mediji. Sve ljudske aktivnosti utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore odnosno količinu i kakvoću pitke vode.

Da bi se voda djelatno štitila od onečišćenja, potrebno je upravljati kvalitetom voda, odnosno nadzirati onečišćenje voda i istraživati, planirati i otklanjati uzročnike onečišćenja voda.

ključne riječi: voda, onečišćenje voda, zaštita voda, izvori onečišćenja voda

## **SUMMARY**

Sources of water pollution and contamination are described in detail in this paper and all related problems. With the growth of humanity there is a growing consumption of clean water that produces large amounts of wastewater which is polluted by various organic and inorganic substances. All human activities affect the water ecosystems and can jeopardize fresh water sources, ie the quantity and quality of drinking water. The water is very threatened because of pollution and contamination. In order to protect water of pollution it is necessary to control water quality ie, monitor the water pollution, as well as exploring, planning and removing water pollutants.

Key words: water, water pollution, water protection, sources of water pollution

## **SADRŽAJ:**

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
SADRŽAJ .....	IV
1. UVOD .....	1
2. RAZLIČITI TIPOVI VODA U PRIRODI .....	2
2.1. Atmosferske vode .....	3
2.2. Površinske vode .....	3
2.3. Podzemne vode .....	4
3. IZVORI ONEČIŠĆENJA VODA .....	6
4. VRSTE ONEČIŠĆENJE VODA .....	10
4.1. Fizičko onečišćenje voda .....	12
4.2. Biološko onečišćenje voda .....	14
4.3. Kemijsko onečišćenje voda .....	14
4.3.1. Radiološko onečišćenje voda .....	16
5. POVIJEST ONEČIŠĆENJA VODA .....	16
5.1. Onečišćenje podzemne vode u Zagrebu .....	17
6. OTPADNE VODE .....	19
6.1. Sanitarne vode .....	21
6.2. Industrijske vode .....	23
6.3. Oborinske vode .....	24
7. MJERE ZAŠTITE VODA .....	27
7.1. Zakonska regulativa o zaštiti voda .....	28
8. ZAKLJUČAK .....	29
9. LITERATURA .....	30
10. PRILOZI .....	32
10.1. Popis slika .....	32
10.2. Popis tablica .....	32

## 1.UVOD

Voda je temeljni uvjet za život ljudi, životinja i bilja.[1] Voda predstavlja osnovu života. Odnosno čovjek, biljke, životinje, pa i mikroorganizmi, trebaju vodu za normalno odvijanje i održavanje životnih funkcija. U današnje doba, voda je sastavni dio svakog segmenta ljudskog djelovanja. Nezamjenjiv je resurs jer se u domaćinstvu koristi za piće, pranje i pripremu hrane, u poljoprivredi za navodnjavanje, a u industriji ima važnu ulogu u gotovo svim industrijskim procesima.

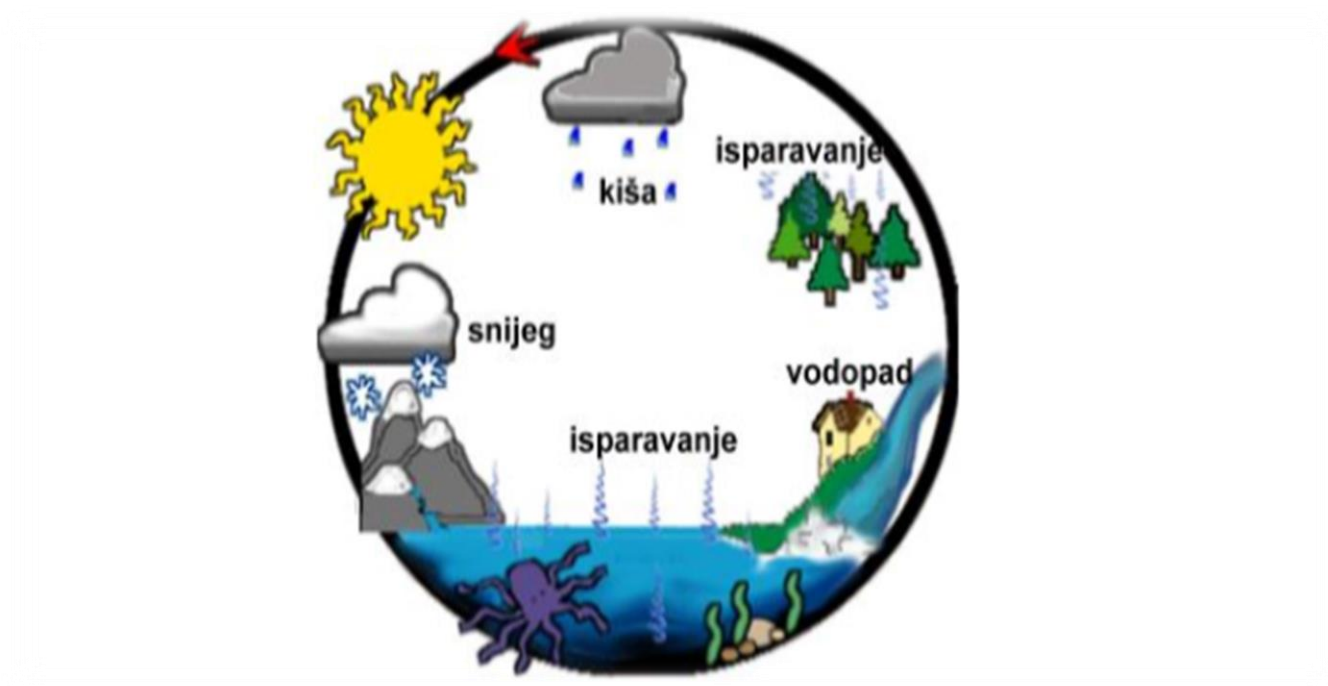
Danas se sve češće susrećemo s vodama koje kvalitetom nisu pogodne za ljudsku upotrebu. Rastom čovječanstva raste i potrošnja čiste vode te se stvaraju sve veće količine otpadne vode zagađene raznim organskim i anorganskim tvarima. Moglo bi se reći da je donedavno vladala višestoljetna iluzija o neiscrpnosti vodenih resursa, a nastao je i koncept minimalnih ulaganja za pročišćavanje korištenih voda i općenito za zaštitu voda. Veliki dio korištenih voda se ne pročišćava prije puštanja u vodotoke te se na taj način onečišćava vodena masa i smanjuju resursi pitke vode. Osiguravanje dovoljne količine pitke vode danas je jedan od važnijih svjetskih problema. Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Sve ljudske aktivnosti utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore tj. količinu i kakvoću pitke vode.

Raspoložive količine vode za piće u Hrvatskoj su statički vrlo velike. Hrvatska raspolaže s blizu  $5.600 \text{ m}^3$  vode po stanovniku godišnje što bi trebalo biti dovoljno za sve potrebe, svih stanovnika. Međutim, tako nije u svim zemljama zbog siromaštva, slabe naseljenosti, zagađenosti i sl.[2]



## 2. RAZLIČITI TIPOVI VODA U PRIRODI

U današnje vrijeme, voda je sastavni dio svakog segmenta ljudskog djelovanja i nezamjenjiv je resurs u domaćinstvima, poljoprivredi i gotovo svim industrijskim procesima. Možemo govoriti o različitim tipovima tj. definicijama voda. U prirodi se voda nalazi kao atmosferska (oborinska), površinska i podzemna. Kruženjem vode u prirodi ona neprestano prelazi iz jedne skupine u drugu. Na slici 1. Prikazano je kruženje vode u prirodi.



Sl 1. Kruženje vode u prirodi [2]

## **2.1. Atmosferske vode**

Atmosferske vode nastaju od svih vrsta oborina koje padaju na zemlju (kiše, snijega ili drugih oborina). Često se još nazivaju oborinske ili padalinske vode. Ove vode sadrže plinove apsorbirane iz atmosfere, prašinu i malu količinu bakterija. U atmosferskoj vodi ne nalaze se otopljeni minerali.

Atmosferske vode nastaju kada se topli zrak zasićen vodenom parom diže s površine zemlje pri čemu se polako hladi sve dok ne dođe do kondenzacije vodene pare. Kao jezgra za stvaranje kapljica vode u oblacima služe čestice prašine. Porastom kapljica vode, raste i njihova težina te uslijed toga kapljice padaju na zemlju. Agregatno stanje kapljica koje će pasti na zemlju ovisi o temperaturi. Kada se kondenzacija vodene pare odvija pri 0°C nastaje tuča, a ako je temperatura 0°C na cijelom putu kapljica kroz atmosferu nastaje snijeg. U slučaju kada se zemlja jače hladi od zraka nastati će rosa, a ako se donji slojevi zraka( oni koji su bliže zemlji) ohlade više od površine zemlje nastati će magla. Sastav atmosferskih voda ovisi o mjestu padanja budući da ove vode prolaskom kroz atmosferu otapaju plinove i zagađuju se čađom i prašinom iz atmosfere. Zdrastvena ispravnost ovih voda je najčešće takva da se mogu konzumirati za piće (zdrastveno su ispravne), ali su bez okusa jer ne sadrže otopljene minerale. U krajevima gdje je veća količina padalina ove vode se sakupljaju na posebnim površinama i koriste za različite namjene. Sakupljena atmosferska voda poznata je pod imenom kišnica. [2]

## **2.2. Površinske vode**

Površinske vode teku po površini zemlje ili na njoj stoje ovisno da li se govori o vodama tekućicama ili stajaćicama. Ove vrste voda su u obliku potoka, rijeka, jezera i mora.

Nastaju iz atmosferskih voda i voda koje se u zemlju sliju s površine. Za razliku od atmosferskih voda okus površinskih voda je znatno bolji jer je ova voda u stalnom kontaktu sa zemljom pri čemu otapa dio mineralnih tvari. Međutim, treba obratiti pozornost na činjenicu da su površinske vode u direktnom i konstantnom dodiru sa zemljom te mogu u većoj ili manjoj mjeri biti zagađene. Zagađenja su uglavnom u obliku fekalija. Posebno svojstvo površinskih voda je samočišćenje, tzv. autopurifikacija. U slučaju da se površinske vode zagađaju organskim tvarima, u vodi će se razviti velike količine bakterija i drugih vrsta mikroorganizama koje će uz ili bez prisustva zraka provoditi mineralizaciju. Mineralizacija u ovom slučaju predstavlja razgradnju organskih onečišćenja. Ukoliko se postupak odvija u prisustvu kisika obavljati će ga aerobni mikroorganizmi, mineralizacija će se odvijati brzo i bez neugodnog mirisa.

Posebna vrsta površinske vode je morska voda. Zbog visoka sadržaja natrijeva klorida sve do nedavno nije dolazila u obzir za vodoopskrbu. Danas se različitim postupcima desalinacije prerađuje u vodu za piće tamo gdje nema drugih mogućnosti.[2]

### **2.3. Podzemne vode**

Podzemne vode nalaze se ispod površine zemlje. Nastaju od padalina, vode iz vodenih tokova i kondenzacije vodene pare u zemlji. Mogu se prema načinu kretanja podjeliti na vode temeljnice i pukotinske kraške vode. Vode temeljnice miruju ili se vrlo sporo kreću u sitnozrnatom materijalu. Nalaze se na velikim dubinama u slojevima propusnog materijala tzv. vodonosnim slojevima. Vodonosni slojevi nalaze se na nepropusnim slojevima koji se obično sastoje od ilovače, gline, lapora ili njihovih smjesa te kamenja. Vode koje su zagađene organskim onečišćenjima moraju proći proces biološkog pročišćavanja. Ovako zagađene vode trebaju dovoljno dugo prolaziti kroz vodonosni sloj kako bi se osiguralo dovoljno

vremena za mikrobiološku aktivnost, oksidaciju i mineralizaciju.[2] Ubraja se u tvrdu vodu jer sadrži dosta otopljenih mineralnih soli što je odraz dugotrajnog dodira sa slojevima tla kroz koje je prošla. Koncentracija soli povećava se s dubinom i sa starošću vode. Bistra je ako nema željeza. Kisika ima sve manje što je dublja.[17]

Postoji nekoliko vrsta voda temeljnica: arteške, mineralne i ljekovite vode.

Pukotinske kraške vode ulaze u tlo kroz pukotine u kamenju i dalje teku. Teku kroz šupljine i korita i kreću se mnogo brže od voda temeljnica. Brzina kretanja je nekoliko stotina metara pa čak i kilometar na dan. Zbog svog brzog proticanja nemaju mogućnost biološkog pročišćavanja. Prema svojstvima i kvaliteti površinske kraške vode najslbližnje su površinskim vodama. Vrlo često su mutne i sadrže dosta organskih tvari. Budući da ova voda zbog brzog protjecanja nije imala mogućnost pročišćavanja smatra se neispravnom za piće.[2]

LOKACIJA	KOLIČINA 10 <sup>3</sup> , km <sup>3</sup>
ATMOSFERSKE VODE	13
POVRŠINSKE VODE	
OCEANI	1 359 400
KOPNO:	26 431,7
rijeke	1,7
slatka jezera	125
slana jezera	105
voda u biomasi	50
ledenjaci, glečeri	26 000
PODZEMNE VODE	7 150

Sl 2. Raspodjela vode na zemlji [2]

### 3. IZVORI ONEČIŠĆENJA VODA

Izvori onečišćenja razlikuju se po načinu djelovanja i po obliku. S obzirom na način djelovanja izvori onečišćenja mogu biti aktivni i potencijalni. Aktivni izvori onečišćenja su oni za koje je sigurno da emitiraju neko onečišćenje, a mogu biti stalni i povremeni. U stalnim aktivnim izvorima onečišćenje traje tijekom cijelog vremena promatranja. Takav izvor je npr. onečišćenje rijeke otpadnim vodama naselja, odnosno podzemnih voda infiltracijom iz onečišćene rijeke čije je korito urezano u vodonosne naslage. U povremenim izvorima onečišćenje vode događa se samo u jednom dijelu vremena promatranja. U taj tip izvora spada npr. poljoprivredna površina s koje vodena otopina mineralnog gnojiva otječe u površinske vode ili se procjeđuje u podzemlje samo u razdoblju nakon gnojenja zemljišta.

Potencijalni izvori onečišćenja u normalnim prilikama uopće ne emitiraju onečišćenje, već do njihove emisije može doći zbog havarija, kvarova, nepažnje ili drugih iznimnih okolnosti. U potencijalne izvore spadaju, npr. industrijske kanalizacije, cjevovodi za transport nafte, naftnih derivata ili drugih kemikalija, različiti rezervari i vozila za prijevoz opasnih tekućina.

Prema obliku izvori onečišćenja mogu se podijeliti na točkaste, linijske i plošne.[2]

Pri točkastim izvorima onečišćenja mjesto emisije onečišćenja je jedna točka u prostoru. Točkasti izvori posljedica su mnogobrojnih čovjekovih djelatnosti proizvodnja otpadne tvari i otpadne energije. Otpadne tvari mogu se pojaviti u krutom, tekućem i plinovitom obliku. Otpadne tvari koje se pojavljuju u tekućem obliku nazivaju se otpadne vode.[17] Pokazatelji onečišćenja voda iz točkastih izvora temelje se na procjeni onečišćenja od stanovništva priključenog na sustave javne odvodnje i onečišćenja od gospodarskih subjekata koji na temelju dozvole za ispuštanje otpadnih voda svoje otpadne vode ispuštaju u sustave javne odvodnje ili direktno u okoliš. U praksi nisu zamijećene veće metodološke razlike pri procjeni

takvog opterećenja.[16] Primjer točkastog izvora onečišćenja površinskih voda jest kanalizacijski ispust, a kod podzemnih voda septička jama s propusnim dnom, ili upojni bunar za upuštanje otpadnih voda u podzemlje. Linijski izvor onečišćenja emitira onečišćenje duž nekog pravca ili krivulje. U taj tip izvora onečišćenja spadaju propusni kanali i onečišćeni površinski vodotoci urezani u propusnu krovinu vodonosnih slojeva. Plošne izvore onečišćenja čine veće površine terena na kojima se nalazi onečišćenje i s kojih se oborinskim vodama odnosi u površinske vode ili prodire u podzemlje. Najčešće se radi o poljoprivrednim površinama na kojima se primjenjuju različita agrotehnička kemijska sredstva ( mineralna gnojiva, pesticidi), ili pak o neuređenim odlagalištima komunalnog i industrijskog otpada.[4]

Ukratko, glavni izvori onečišćenja voda su štetne tvari iz industrije, nepročišćene otpadne vode iz kućanstava, prekomjerno korištenje otrova i gnojiva u poljoprivredi, betoniranje i asfaltiranje krajolika zbog izgradnje cestovne infrastrukture, sječa šuma, kisele kiše, nemar i nepotrebni gubici u vodoopskrbnom sustavu. Gospodarski razvoj i urbanizacija dovode, s jedne strane, do velikog porasta potreba za vodom, a s druge strane do ugrožavanja vodnih resursa i vodnoga okoliša. Voda tako može postati ograničavajući čimbenik razvoja te prijetnja ljudskom zdravlju i održivosti prirodnih ekosustava. Stoga je za svako društvo posebno važno da uravnoteži te odnose i osmisli politiku i strategiju uređenja, iskorištavanja i zaštite vodnih resursa.



Sl 3. Izvori onečišćenja voda [2]

Zbog različitih klimatskih okolnosti, zagađenja i nedovoljne zaštite pitkih voda, a u nekim dijelovima svijeta i zbog prevelike gustoće stanovnika poseban je problem nedostatak pitke vode. Na slici 4 prikazana je godišnja obnovljiva masa vode te potrošnja prema stanovniku i kućanstvima prema kontinentima. Vidljivo je da je Sjeverna Amerika najveći potrošač pitke vode po stanovniku te prema ukupnoj potrošnji. [6]

KONTINENT	OBNOVLJIVA VODENA MASA, km <sup>3</sup> /g	UKUPNA POTROŠNJA, km <sup>3</sup>	POTROŠNJA PO STANOVNIKU, m <sup>3</sup>	POTROŠNJA PO KUĆANSTVU, %
Europa	3110	455	625	14
Azija	13190	98	542	6
Afrika	4225	10	199	7
Sjeverna Amerika	5960	608	1451	9
Južna Amerika	10380	106	332	18
Australija	1965	17	586	19

Sl 4. Godišnja obnovljiva masa vode, potrošnja po stanovniku i kućanstvima [6]

Od kada postoji živi svijet na Zemlji, voda se koristila i pomalo zagađivala biljnim, životinjskim i ljudskim otpatcima (tzv. organsko zagađenje). U početku je to malo utjecalo na zagađivanje voda, jer se organski otpad razgrađivao pomoću zraka, uglavnom na korisne materije. Dakle, priroda je tada bila sposobna sama pročistiti vodu. Međutim, razvojem ljudske zajednice, porastom broja stanovnika i njihovom koncentracijom u velikim gradovima, količina organskih otpadnih voda znatno se povećala. Njihovim koncentriranim ispuštanjem u rijeke, onemogućavan je proces samopročišćavanja i prirodnog biološkog pročišćavanja. Osim toga, razvojem industrije krajem 19. i početkom 20. stoljeća, čovjek sve više koristi vodu, a kao rezultat industrijske proizvodnje, nastaje ne samo organsko, već i kemijsko zagađenje vode. Dvije milijarde ljudi u svijetu uskraćeno je za osnovne sanitarne jedinice, a problem zagađenja pitke vode ne pogađa samo zemlje u razvoju. Procjenjuje se da od bolesti koje su posljedica konzumiranja zagađene vode dnevno umre 4000 ljudi diljem svijeta.

More je najveći i jedinstveni spremnik slane vode koji povezuje izdignute dijelove kopna. S obzirom na povezanost životnih zajednica, more tvori jedinstvenu cjelinu, premda je geografski vrlo raznoliko. More ima svojstva samopročišćavanja, odnosno autopurifikacije, ali do određene granice. Obalna mora najbolji su pokazatelji stanja. Na obalama postoje tragovi raznih onečišćivača, kao što je nafta i obilje krutog otpada (najčešće od tvari koje se vrlo teško i sporo razgrađuju). Česte nesreće na tankerima pri prijevozu nafte, pohranjivanje radioaktivnog otpada, sve veći broj turista, povećan promet na moru i drugi čimbenici utječu na onečišćenje, tj. na kvalitetu mora. Glavni oblici iskorištavanja mora su:

- Iskorištavanje morskih organizama za hranu i druge svrhe
- upotreba mora za odlaganje otpadaka
- pretvaranje plitkog morskog područja u građevinu itd.

Usljed sve više uznapredovanog procesa litoralizacije, odnosno koncentracije stanovništva te gospodarskih djelatnosti u priobalju, nažalost je i sve jače

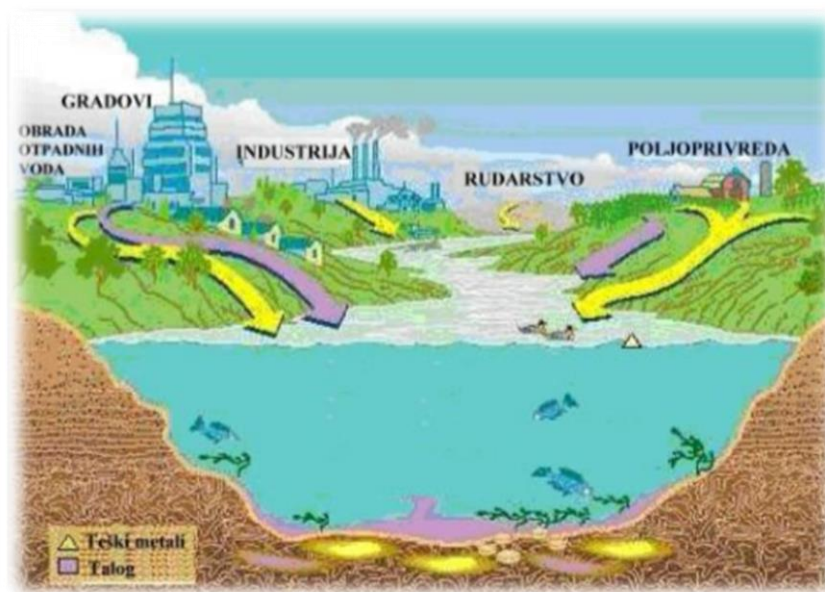


onečišćivanje priobalnog morskog pojasa. Najveći dio onečišćenja stiže u more s kopna, bilo rijekama, kanalizacijskim ispustima te bacanjem komunalnog i tehnološkog otpada kao i zrakom. Ta onečišćenja mogu biti biološka (bakterije, virusi), organske i anorganske tvari (teške kovine, pesticidi, nafta itd.), radioaktivne tvari, pa čak i toplina. Osim toga i nutrijenti (hranjive soli) ukoliko ih ima u suvišku mogu dovesti do teških i neželjenih posljedica.[13]

#### **4.VRSTE ONEČIŠĆENJE VODA**

Posebno značenje problemu onečišćenja voda daje činjenica da je vjerovatnost onečišćenja najveća upravo tamo gdje su potrebe za pitkom i industrijskom vodom najveće. Onečišćenje voda općenito je prilično širok pojam, a pod njime se obično podrazumjeva smanjivanje kvalitete vode zbog naknadno primljenih primjesa.[7] Učinci onečišćenja voda su dalekosežni i utječu ne samo na okoliš, nego i na ljudska bića i životinje. Zagađenje voda utječe na naše oceane, jezera, rijeke i pitku vodu, što postaje rašireno i globalno pitanje najviše zbog brojnih bolesti, zdravstvenih problema, pa čak i smrtnih slučajeva koji dolaze od onečišćenja voda. Voda se smatra zagađenom kada su otkriveni uzročnici zbog kojih je došlo do kontaminacije. Mogućnosti zagađenja su raznoliki, a poljoprivreda i industrija samo su neki od njih (slika 5). Poljoprivrednici često koriste kemikalije kako bi zaštitili svoje usjeve od oštećenja, odnosno bolesti. Oni također mogu koristiti kemikalije kako bi se poboljšao rast njihovih usjeva. Ove kemikalije utječu u podzemne vode te na taj način mogu otjecati u jezera, potoke ili rijeke, što uzrokuje zagađenje vode. Poljoprivredno zemljište koje se navodnjava i liječi kemikalijama u obliku gnojiva ili pesticida glavni je faktor onečišćenja voda. Industrijski procesi kao jedni od glavnih uzročnika zagađenja mogu proizvesti otrovni otpad koji se filtrira u vodu te postaje opasan za morski svijet, kao i za čovjeka. Prisutnost teških metala u vodi dovodi se u izravnu vezu s urođenim manama, karcinomom te s plodnošću i

razvojnim problemima u djece. Zagađenje vode teškim metalima događa se iz sličnih razloga kao i zagađenje radioaktivnim izotopima. Ovo zagađenje je puno češće jer je veća mogućnost da minerali koji su u kontaktu sa površinskim i podzemnim vodama sadrže teške metale. Osim toga, sve više industrijskih otpadnih voda sadržava teške metale. Industrijske nesreće do kojih nažalost dolazi sve češće mogu uništiti morski život u kratkom vremenskom razdoblju. Čak i potonuli brodovi mogu doprinjeti onečišćenju voda. Kad se brod počne korozivno raspadati tijekom vremena, počinje ispuštati kemikalije u ocean. Osim ljudskog faktora, tu su i prirodne katastrofe kao uzrok zagađenja voda. Primjerice, velike katastrofe kao što su oluje, potresi, kisele kiše, poplave i vulkanske erupcije mogu poremetiti ekološki sustav i zagađati vode. Smeće na kopnu ili na vodi isto tako su izvor onečišćenja voda. Može se reći da zagađenje voda ima ogroman utjecaj na naš okoliš i zdravlje, te da isto tako može poremetiti osjetljivu ravnotežu između prirode i čovjeka. Zato se poduzimaju naporu u cilju sprečavanja i otklanjanja onečišćenja voda na lokalnoj i globalnoj razini.[13] Pod onečišćenjem u užem smislu misli se na degradaciju kvalitete vode fizičkim, kemijskim, biološkim ili radiološkim onečišćenjem do stupnja pri kojemu je nemoguće korištenje vode za piće, odnosno pri kojemu voda postaje štetna za ljudsko zdravlje.[8]



Sl 5. Mogućnost zagađenja podzemnih voda [2]

#### 4.1. Fizičko onečišćenje voda

Fizičko onečišćenje manifestira se kao povećanje temperature vode, pojava mutnoće vode, pojava boje vode i mirisa i okusa vode. Povećanje temperature vode najčešće je posljedica ispuštanja rashladnih voda iz industrijskih (željezare, rafinerije nafte, tvornice celuloze i papira i dr.) i energetskih objekata (termoelektrane i nuklearne elektrane) u površinske vode bez prethodnog hlađenja. Promjena temperature utječe na fizikalno-kemijska svojstva vode kao i na ekološke uvjete u vodnom sustavu.[9]

Od fizikalno-kemijskih svojstava vode s promjenom temperature mijenja se gustoća, kinematička viskoznost, površinska napetost, sadržaj otopljenog kisika pri normalnom atmosferskom tlaku i difuznost kisika. Veličina tih promjena prikazana je u tablici 1.

Tab. 1 Promjena svojstava vode ovisno o temperaturi [9]

Temperatura (C°)	Gustoća (kg/m <sup>3</sup> )	Kinematička viskoznost (m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-6</sup> )	Površinska napetost (N/m x 10 <sup>-3</sup> )	Sadržaj otopljenog kisika (mg/l)	Difuznost kisika (m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-6</sup> )
0	999,84	1,787	75,6	14,62	
5	999,97	1,519	74,9	12,80	
10	999,70	1,307	74,2	11,33	15,7
15	999,10	1,139	73,5	10,15	18,3
20	998,20	1,002	72,8	9,17	20,9
25	997,04	0,890	72,0	8,38	23,7
30	995,65	0,798	71,2	7,63	27,4
35	994,65	0,719	70,4	7,1	
40	992,24	0,653	69,6	6,6	

Posebno je važan drastičan pad koncentracije otopljenog kisika u “zagrijanim” vodama, jer se zbog toga znatno smanjuje mogućnost razgradnje organske tvari u vodi, pa se u vodama, koje uz rashladne vode primaju i otpadne vode, znatno smanjuje sposobnost samopročišćivanja. Mutnoća vode posljedica je prisutnosti sitnih čestica u vodi, koje s vodom čine suspenzije ili koloidne otopine. U površinskim vodama, odnosno rijekama, to je česta pojava i gotovo uvijek prati poraste vodostaja nakon jakih kiša ili naglog topljenja snijega. Zbog procesa filtracije za vrijeme prolaza podzemne vode kroz vodonosni medij, mutnoća podzemne vode relativno je rijetka. Onda kada se uoči, po pravilu upozorava na loše projektiran, loše izveden ili oštećen bunar. Onečišćenje podzemne vode koja se manifestira mutnoćom česta je pojava kod izvora u stijenama s pukotinskom pozornošću, a posebno u kršu. Boja, miris i okus vode samo su fizičke manifestacije drugih vrsta onečišćenja.[4]

## **4.2. Biološko onečišćenje voda**

Biološko onečišćenje vode sastoji se u prisutnosti patogenih bakterija, virusa ili drugih mikroorganizama koji mogu ugroziti ljudsko zdravlje. Ti mikroorganizmi najčešće dopijevaju u površinske vode otpadnim vodama iz naselja, a u podzemnu vodu iz propusne ili oštećene kanalizacije ili loše izvedenih “septičkih jama”. Najveći dio mikroorganizama se u površinskim vodama zadržava i prenosi na veće udaljenosti, a u podzemnim vodama se, zbog filtracije kroz porozne stijene, zadržava samo relativno blizu izvora onečišćenja. No bez obzira na to, u sustavima javne vodoopskrbe primjenjuje se preventivna dezinfekcija vode kloriranjem, ozoniranjem ili ultraljubičastim svjetlom.[4]

## **4.3. Kemijsko onečišćenje voda**

Postoje dvije vrste kemijskog onečišćenja voda a to je anorgansko i organsko.

Anorgansko kemijsko onečišćenje vode posljedica je njezina mješanja s industrijskim, rudničkim ili drugim otpadnim vodama koje obično sadrže toksične elemente kao što su arsen, šesterovalentni krom, olovo, živa, kadmij, bakar, te različite anorganske kiseline, lužine ili otopine njihovih soli. Do anorganskog kemijskog onečišćenja može doći i poradi primjene anorganskih pesticida ili anorganskih mineralnih gnojiva na površinama iznad vodonosnih naslaga. Anorganska kemijska onečišćenja posljedica su i procjeđivanja efluenta iz odlagališta komunalnog i industrijskog otpada.

Organsko kemijsko onečišćenje je degradacija kvalitete vode zbog njezina kontakta s različitim organskim spojevima. Najčešće se radi o onečišćenju naftom i njezinim derivatima, deterdžentima, organskim pesticidima, organskim otapalima, organskim bojama, organskim kiselinama i fenolnim tvarima. Ta vrsta onečišćenja podzemne vode nastaje sve češće, zbog intenzivnog razvoja organske kemijske industrije i sve šire primjene njezinih proizvoda u industriji, poljoprivredi i

kućanstvima. Kemijsko onečišćenje vode manifestira se kao prisutnost nekih iona kojih u “prirodnim” vodama nema, kao znatno povećanje koncentracije nekih iona koji su u manjim količinama obično prisutni u prirodnoj vodi i znatnom primjenom nekog od parametara kvalitete vode. Intenzitet onečišćenja voda i širenja onečišćivala, osim o onečišćivlu, u velikoj mjeri ovisi o tipu izvora tog onečišćenja. U praksi se najčešće susrećemo s različitim kemijskim onečišćenjima, a česte su kombinacije kemijskog anorganskog, kemijskog organskog i biološkog onečišćenja. Prema istraživanjima provedenim u SAD-u učestalost uzročnika onečišćenja podzemnih voda prikazana je u tablici 2.

Tab. 2 Učestalost uzročnika onečišćenja podzemnih voda u SAD-u [4]

Uzročnik onečišćenja	Učestalost (% od ukupnog broja slučajeva)
industrijske otpadne vode	31
nafta i naftni derivati	18
organski otpad	15
kloridi (soljenje ceste protiv smrzavanja)	13
odlagalište komunalnog otpada	7
stajsko gnojivo (skladištenje i primjena)	3
pesticidi ( skladištenje i primjena)	2
nuklearni otpad	2
rudničke vode	1
nepoznati uzročnici	8

#### **4.3.1. Radiološko onečišćenje voda**

Radiološko onečišćenje voda posljedica je doticaja podzemne vode s različitim prirodnim radioaktivnim elementima ili umjetnim radioizotopima. Izvor takvog onečišćenja mogu biti ležišta uranskih ruda, rudnici urana, pogoni za preradu uranske rude, nuklearne elektrane, odlagalište nuklearnog otpada, te primjena nuklearnog oružja.[4]

### **5.PRIMJERI ONEČIŠĆENJA VODA KROZ POVIJEST**

Tijekom 20. stoljeća onečišćene su najveće svjetske, a posebno europske, rijeke. Poznato je da do sedamdesetih godina prošlog stoljeća u donjim tokovima Temze i Rajne uopće nije bilo riba, zbog velikog kemijskog onečišćenja. S porastom nacionalnog dohotka U Velikoj Britaniji i Njemačkoj uložena su velika sredstva u pročišćavanje otpadnih voda, pa su Temza i Rajna ponovno rijeke u kojima je moguće uloviti ribu, te ju pripremiti i pojesti. Slično se događalo i u drugim razvijenim zemljama, no u siromašnim državama, prvenstveno Afrike, Azije i Južne Amerike, te u europskim tranzicijskim zemljama, opasno onečišćavanje površinskih voda nastavlja se i danas. Važno je da se prekomjerna ili akcidentna onečišćenja površinskih, odnosno riječnih ili jezerskih voda vrlo brzo otkriju, jer vode postaju mutne, promijene boju i miris ili ribe proplivju "leđnim stilom", te da se, nakon uklanjanja izvora onečišćenja i eventualne primjene nekog od načina čišćenja, površinske vode relativno brzo "oporave". Istodobno je dolazilo i do onečišćenja podzemnih voda, no zbog njihove skrivenosti i sporosti transporta onečišćivala, te su se pojave teško uočavale pa nisu privlačile veću pažnju niti laika niti stručnih ljudi. Naime, efekti onečišćenja podzemnih voda često su uočljivi tek mnogo godina nakon što je došlo do prodora onečišćenja u podzemlje. Npr. tako je prije više godina u južnoj Engleskoj izbušen bunar iz kojeg je dobivena voda s vrlo

visokom koncentracijom sumporovodika. Za tu pojavu nije bilo nikakvih prirodnih razloga tako da je bilo očito da se radi o onečišćenju. No u široj okolini nije bilo nikakvog izvora onečišćenja kojemu bi se moglo pripisati podrijetlo sumporovodika. Tek je pregledom povijesne dokumentacije utvrđeno da je u blizini navedenog zdenca još u 17. stoljeću smještena masovna grobnica u kojoj su pokopani umrli u epidemiji kuge. Naravno, svi tragovi te grobnice na površini terena davno su nestali, ali je podzemna voda ostala onečišćena gotovo četiri stoljeća.[11]

U literaturi se često navodi i primjer zdenca kod Norwicha u Engleskoj koji je izveden 1950. godine. Voda crpljena iz tog objekta pokazala je visoko onečišćenje fenolima. Istraživanjem je utvrđeno da fenoli potječu iz tvornice za preradu kitova sala koja je radila u blizini navedenog zdenca između 1815. i 1830. godine.[12]

### **5.1. Onečišćenje podzemne vode u Zagrebu**

Organizirana vodoopskrba grada Zagreba datira još od davne 1878. godine. Od tog vremena pa do 1986. izgrađeno je 15 crpilišta koja su količinom, a posebno kvalitetom vode potpuno zadovoljavala potrebe grada u svim fazama njegova razvoja. Međutim, širenjem grada i izgradnjom prometnica i industrijskih objekata u podzemlje su ulazile sve veće količine otpadnih tvari. To se događalo desetljećima, no prve pojave onečišćene vode u gradskim crpilištima uočene su tek početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća, dakle više od sto godina nakon puštanja prvih crpilišta u pogon. [10]

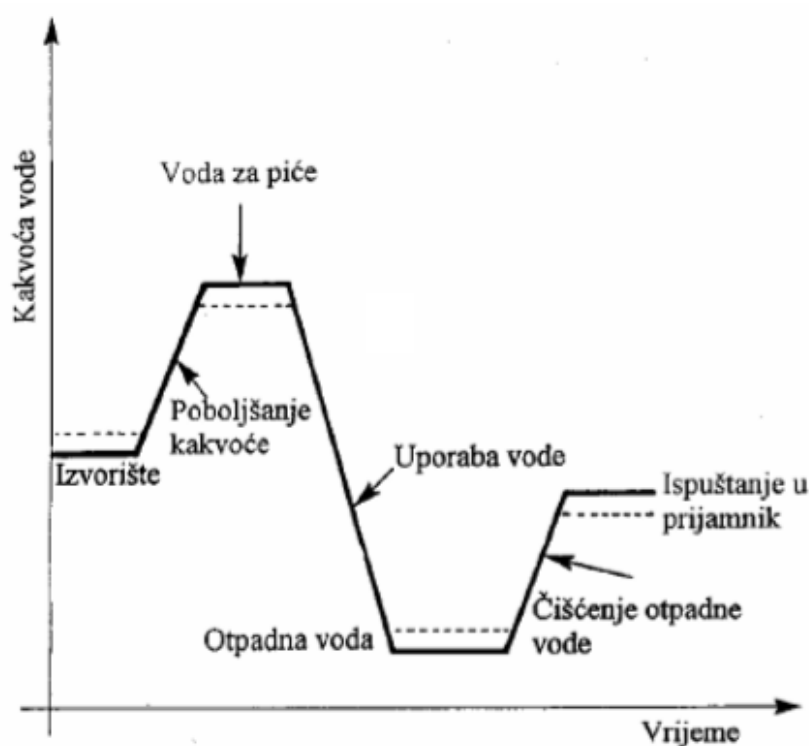
Konkretno, prvo ozbiljno onečišćenje podzemne vode registrirano je 21.siječnja 1980. na najstarijem zagrebačkom crpilištu u Selskoj ulici. Radilo se o jakom i opasnom kemijskom onečišćenju. Nakon toga slijedi zatvaranje još dva crpilišta. No, 1984. godina bila je za gradsku vodoopskrbu gotovo kobna. Naime, nakon zatvaranja tri već spomenuta crpilišta u zapadnom dijelu grada, zaredala su onečišćenja vode na crpilištima velikih kapaciteta na istočnoj periferiji grada,a



trend se nastavio i dalje. Tako je grad Zagreb u samo deset godina privremeno ili trajno ostao bez crpilišta koja su davala 114,5 milijuna litara vode na dan. To je količina kojom se mogu potpuno podmiriti potrebe grada i cijelog stanovništva. Dakle, posljedica onečišćenja podzemnih voda uglavnom su skirvene od pogleda, a kako je za njegovo širenje podzemljem potrebno relativno dugo vrijeme, veliki dio javnosti misli da su podzemne vode dobro zaštićene; jednom onečišćen rezervoarski prostor u podzemlju ostaje vrlo dugo onečišćen, tehničke mogućnosti sanacije onečišćenih podzemnih voda su ograničene, složene i skupe, a njihov ishod je redovito neizvjestan.[10]

## 6. OTPADNE VODE

Vode koje su bile upotrijebljene u određenu svrhu i pri tome se dodatno onečistile zbog čega je došlo do promjene njihovih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava nazivaju se otpadne vode. Na slici 6 prikazana je promjena kakvoće vode uporabom. Voda se smatra onečišćenom ako je količina otpadnih tvari u njoj veća od količine propisane standardom o kvaliteti vode ili ako se zbog vrste prisutnih otpadnih tvari ne može koristiti za određenu namjenu.[2]



Sl 6. Promjena kakvoće vode uporabom [2]

Otpadne vode su produkt svakodnevne ljudske aktivnosti pa tako nastaju u industrijskoj proizvodnji, kućanstvima, bolnicama, institutima, i brojnim uslužnim

djelatnostima. Otpadne vode potječu i od oborina koje ispiru brojne nečistoće s površina prometnica kao primjerice izliveno motorno gorivo, te pijesak i sol koji se u zimskom razdoblju koriste za posipavanje cesta.[5]

VRSTA ONEČIŠĆENJA OTPADNIH VODA	ŠTETNE POSLJEDICE	OSTVARENA DRUŠTVENA KORIST OD PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA
KRUPNI KRUTI MATERIJAL: papir, tkanine, plastika	Neuredan krajolik; uslijed dodira mogu nastati opasnosti po zdravlje ljudi i životinja	Obale rijeka, jezera, mora i njihova okolica postaju sigurni za radne aktivnosti i rekreaciju
ORGANSKE TVARI: otpaci hrane, fekalne tvori i neke industrijske otpadne vode	Zbog prisutnosti bakterija i drugih viših vrsta vodenog svijeta, smanjuje se količina otopljenog kisika u vodi, pa se javljaju pomori riba i drugih organizama	Zaštita ribarstva i sportskog ribolova; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju;
ULJA I MASTI	Na površini vode formira se opasan tanak nepropusni sloj, koji smanjuje mogućnost apsorpcije kisika iz atmosfere	Poboljšano otapanje atmosferskog kisika u vodi pomaže održavanju vodene flore i faune
NUTRIENTI: dušik, fosfor i tragovi štetnih tvori	Djeluju kao gnojiva koja stimuliraju rast algi, morskih trava i ostalog vodenog bilja	Poboljšani i sigurniji uvjeti za uzgoj riba i školjaka; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju
BAKTERIJE I VIRUSI	Onečišćenje voda koje se koriste za vodoopskrbu ili natapanje poljoprivrednih površina na kojima se uzgajaju kulture za prehranu	Sigurniji opći zdravstveni uvjeti za uzgoj školjaka, riba i drugih organizama;
TOKSIČNE TVARI IZ INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA	Pojava uništenja ili oštećenja vodene flore i faune; akumulacije štetnih tvori u mesu riba i školjaka, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi	Poboljšani uvjeti za život vodene flore i faune; poboljšani opći zdravstveni uvjeti

SI 7. Neke vrste onečišćenja otpadnih voda i posljedice [2]

Vode koje se koriste za određenu namjenu u kućnstvu i industriji nazivaju se komunalne vode. Općenito se može reći da se najviše komunalnih voda koristi u poljoprivredi i to 70 %, u industriji 22 %, a u kućanstvu tek 8 %. Nakon upotrebe, komunalne vode sadržavaju mješavinu raznih vodom nošenih onečišćenja, a svojstva im se razlikuju prema mjestu odakle potječu.

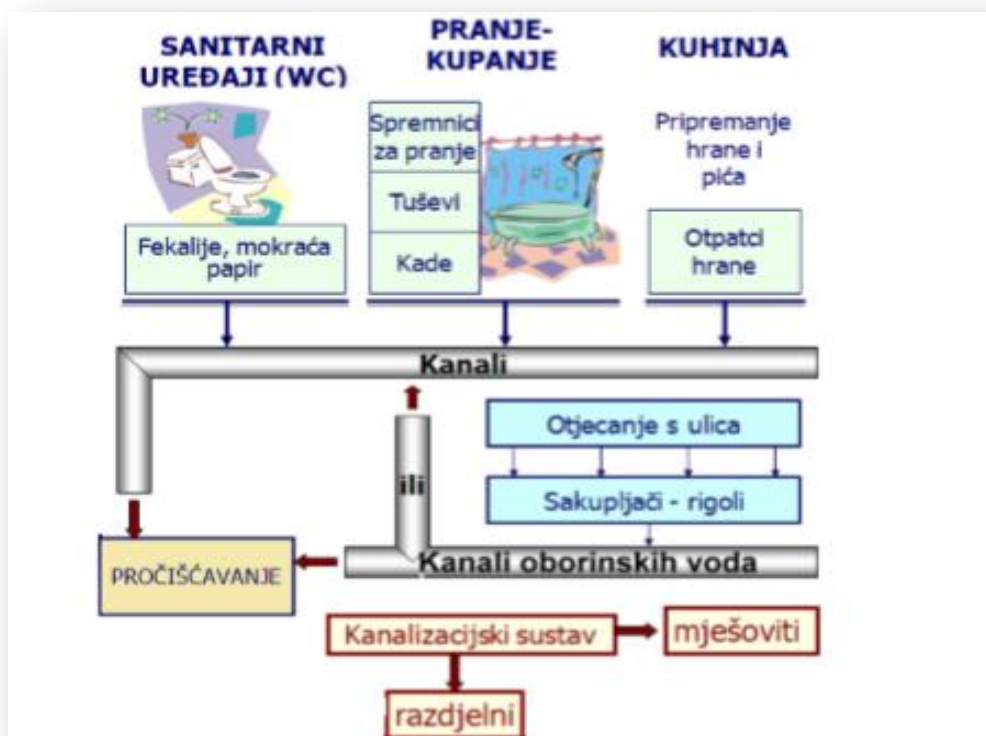
S obzirom na mjesto nastanka komunalne otpadne vode mogu se podijeliti na:

- sanitarne
- industrijske
- oborinske

### **6.1. Sanitarne vode**

Otpadne sanitarne vode podrazumjevaju iskorištenu vodu iz kućanstava i sanitarnih čvorova. Sanitarne vode često su i smjesa voda od pranja ulica, javnih objekata, otpadne vode iz uslužnih djelatnosti i obrtničkih radionica. Otpadne vode iz kućanstava uglavnom sadrže otpatke nastale prilikom pripreme hrane, staru i pokvarenu hranu. Zajedno s ovim vodama mješaju se i sanitarne vode iz kućanstava kao i vode od pranja rublja (slika 8.) otpadne vode iz uslužnih djelatnosti su vode iz ugostiteljstva, različitih servisa, slastičarni, pekara, mesnica i sl.

Otpadne sanitarne vode su opterećene organskim tvarima koje predstavljaju hranu mikroorganizama, što znači da je moguće ova onečišćenja ukloniti uz pomoć mikroorganizama (biorazgradnje).[2]



Sl 8. Otpadne vode iz kućanstava [2]

Prema stupnju biološke razgradivosti otpadne sanitarne vode moguće je razvrstati u tri skupine: svježa, odstajala i trula voda. Svježa voda je otpadna voda u kojoj biorazgradnja još nije napredovala. U ovoj vodi je koncentracija otopljenog kisika gotovo jednaka onoj u vodovodnoj vodi. Odstajala voda ne sadrži kisik jer je potrošen tijekom biorazgradnje. Trula voda je otpadna voda u kojoj je biorazgradnja napredovala i odvija se bez prisustva kisika (anaerobno). Trula voda se nastoji izbjeći budući da dovodi do korozije. Uslijed procesa biorazgradnje te upotrebe vode u kupaonicama i kuhinjama temperatura otpadne vode je viša od temperature vodovodne vode. Prosječna temperatura otpadne vode iznosi od 11,6 do 20,5°C. Upravo zbog porasta temperature ubrzavaju se i biološki procesi, kisik se više troši i povećava se opasnost od truljenja.

## 6.2. Industrijske vode

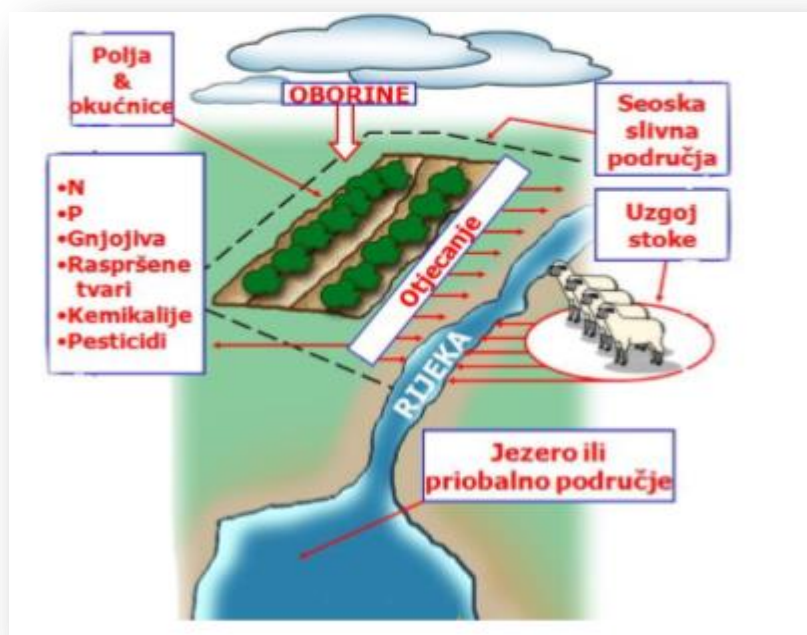
Otpadne industrijske vode međusobno se znatno razlikuju ovisno o vrsti industrije odnosno tehnološkim procesima. U osnovi se ove vode mogu podijeliti u dvije skupine: biološki razgradive (kompatibilne) i biološki nerazgradive (nekompatibilne) vode. Biološki razgradive vode se mogu miješati s gradskim otpadnim vodama i odvoditi zajedničkom kanalizacijom. U ovu skupinu najčešće spadaju vode prehrambene industrije jer sadrže otpadni materijal prehrambenih artikala. Biološki nerazgradive vode potrebno je prije mješanja s gradskim otpadnim vodama prethodno pročititi. Pročišćavanje se obavlja zbog uklanjanja eksplozivnih, korozivnih i zapaljivih tvari (radi zaštite kanalizacijske cijevi), uklanjanja inhibitora koji sprječavaju rad uređaja za pročišćavanje otpadnih voda i radi kontrole toksičnih tvari koje sprječavaju biološku razgradnju.[2]



Sl 9. Industrijske otpadne vode

### 6.3. Oborinske vode

Oborinske vode prolaze kroz atmosferu i ispiruju. Pri tome otapaju ili prenose prema površini zemlje sastojke koji su ispušteni u atmosferu. Osim toga, oborine ili sustavi za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta ne mogu dovesti točnu količinu vode potrebnu za pojedine agrokulture na pojedinim poljoprivrednim zemljištima. Sva dovedena voda se ne može apsorbirati ili ispirati/ishlapiti s mjesta dovođenja nego se određeni "višak" vode procijedi u dubinu do podzemnih voda ili otječe do obližnjih površinskih voda. Taj tzv. višak vode predstavlja poljoprivredne otpadne vode. Poljoprivredne otpadne vode potrebno je odvesti s mjesta nastajanja, dodatno obraditi i što je više moguće ponovo iskoristiti u sljedećem ciklusu navodnjavanja zemljišta. Sastav poljoprivrednih otpadnih voda ovisi o primjenjenoj tehnologiji obogaćivanja zemljišta gnojivom, hranjivim tvarima, primjenjenim herbicidima, biocidima, fungicidima i poljoprivrednim kulturama koje se uzgajaju na određenim područjima (slika 10). [2]



Sl 10. Prikaz nastanka otpadnih oborinskih voda (poljoprivrednih)

Otpadne oborinske vode prisutne su i u gradovima. Ova vrsta voda ovisi o mnogo činilaca poput intenziteta i vrste prometa, utjecaja industrije, trajanje kiše i njezina jakost, trajanje sušnog razdoblja i sl. U skupinu oborinskih voda svrstane su i vode koje potječu od topljenja snijega. Posebno su opterećene one vode koje nastaju pri završnom otapanju snijega kada je koncentracija onečišćenja na snijegu visoka. Na slici 11 prikazani su pokazatelji onečišćenja otpadnih komunalnih voda.[2]



POKAZATELJ		KONCENTRACIJA	
		RASPON	UOBIČAJENA VRIJEDNOST
FIZIKALNI			
KRUTINE	ukupne	300-1200	700
	taložive	50-200	100
	suspendirane	100-500	220
	raspršene	250-850	500
KEMIJSKI			
ORGANSKE TVARI	BPK <sub>5</sub>	100-400	250
	KPK	200-1000	500
	UOU	100-400	250
DUŠIK	ukupni	15-90	40
	organski	5-40	25
	amonijak	10-50	25
FOSFOR	ukupni	5-20	12
	organski	1-5	2
	anorganski	5-15	10
pH		7-7,5	7
KALCIJ		30-50	40
KLORIDI		30-85	50
SULFATI		20-60	15

BPK<sub>5</sub> – petodnevna biološka potrošnja kisika, KPK – kemijska potrošnja kisika, UOU – ukupni organski ugljik

SI 11. Pokazatelji onečišćenja otpadnih komunalnih voda

## 7.MJERE ZAŠTITE VODA

Vode se definiraju kao opće dobro koje zbog svojih prirodnih svojstava ne mogu biti ni u čijem vlasništvu. Vode kao opće dobro imaju osobitu zaštitu Republike Hrvatske. Voda se mora koristiti racionalno i ekonomično. Svaki korisnik vode dužan je koristiti vodu na način i u opsegu kojim se voda čuva od rasipanja i štetnih promjena njezinih svojstava i ne onemogućuje zakonsko pravo korištenja voda drugim osobama.[14]

Zakonom je propisano da se zaštita voda od onečišćavanja provodi radi očuvanja života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša i prirode, te omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite namjene.

Zaštita voda provodi se u skladu s Državnim planom za zaštitu voda (NN 8/99.) i Županijskim planom za zaštitu voda. Županijski plan za zaštitu voda mora biti u skladu s Državnim planom za zaštitu voda. Državni plan za zaštitu voda donosi Vlada Republike Hrvatske. Županijski plan za zaštitu voda donosi županijska skupština na prijedlog "Hrvatskih voda".[15]

Sljedeće mjere bi praktički zaštitile vodu u prirodi:

- rekonstrukcija i izgradnja sustava javne odvodnje,
- rekonstrukcija i izgradnja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje,
- smanjenje opterećenja otpadnim vodama iz tehnoloških procesa,
- zamjena postojeće tehnologije čišćom tehnologijom,
- smanjenje onečišćenja voda od agro-tehničkih sredstava,
- gradnja novih sanitarnih i saniranje postojećih deponija za otpad,
- uklanjanje kopnenih izvora onečišćenja mora[3]

Nadzor nad provedbom općih/ administrativnih mjera zaštite vode u prirodi provodi vodopravna inspekcija, ali i sanitarna inspekcija, ako je u pitanju onečišćenje vode koje bi moglo ugroziti zdravlje čovjeka. [3]

### **7.1. Zakonska regulativa o zaštiti voda**

Svrha zaštite voda je očuvanje zdravlja ljudi i okoliša, što podrazumijeva postizanje i očuvanje dobrog stanja voda, sprečavanje onečišćenja voda, sprečavanje promjena hidromorfoloških karakteristika voda koje su pod takvim rizicima i sanaciju stanja voda gdje je ono narušeno. Zaštita voda obuhvaća:

- Zaštitu površinskih i podzemnih voda kao rezerve vode za piće (postojeće i planirane);
- Zaštitu površinskih i podzemnih voda, priobalnih voda (mora), zaštićenih područja radi očuvanja zdravlja ljudi i očuvanja vodenih i o vodi ovisnih ekosustava, te očuvanja biološke raznolikosti u okviru integralnog upravljanja vodama;
- Unapređenje ekoloških funkcija voda i priobalnih voda (mora) tamo gdje je narušena kakvoća voda, te postizanje propisane kakvoće voda za određene namjene tamo gdje ista ne zadovoljava, sudjelovanjem u planiranju i postupnom provođenju cjelovitih mjera zaštite, te sustavnim praćenjem učinka provedenih mjera na slivu i priobalnim vodama (moru);
- Smanjenje količine opasnih tvari na izvoru onečišćenja provedbom mjera zaštite voda, te kontrolu rada izgrađenih objekata i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda;
- Doprinos održivom razvoju racionalnim korištenjem vodnih resursa.[13]

## 8.ZAKLJUČAK

Voda je jedina prirodna anorganska tekućina bez boje mirisa i okusa. Predstavlja osnovnu života. Danas je 70,8 % Zemljine površine prekriveno vodom. Ona je najzastupljenija tvar u građi svih živih bića, tako i čovjeka. Vode su onečišćenjem i zagađenjem vrlo ugroženi mediji. Sve aktivnosti kojima se čovjek bavi utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore. Potrebno je posvetiti veliku pažnju zbog mogućnosti uzgrožavanja pitkih voda. Svako onečišćenje, zbog vodenog ciklusa, povlači sa sobom složeni lanac posljedica. Da bi se voda djelatno štitila od onečišćenja, potrebno je upravljati kvalitetom voda, odnosno nadzirati onečišćenje voda. Zaštita voda ostvaruje se nadzorom nad stanjem kakvoće voda i izvorima onečišćavanja, sprječavanjem, ograničavanjem, zabranjivanjem radnji i ponašanja koja mogu utjecati na onečišćenje voda i stanje okoliša u cjelini, građenjem i upravljanjem građevinama odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda, te drugim djelovanjima usmjerenim na očuvanje i poboljšavanje kakvoće i namjenske uporabljivosti voda. Osim prihvaćenih međunarodnih konvencija i protokola koji obvezuju Republiku Hrvatsku da vodi brigu o zaštiti vodnih sustava, postoji i relativno kvalitetno nacionalno zakonodavstvo.

## 9.LITERATURA

- [1] **Dr.Ivoš š.:** "O vodi i njenom značenju za život,zdravlje i produkciju", 261-263
- [2] **Štrkalj,A :** "Onečišćenje i zaštita voda." Metalurški fakultet, Sisak, (2014)
- [3] **Valić F. i suradnici:** "Zdrastvena ekologija", Medicinska naklada, Zagreb, (2001), ISBN 953-176-138-8
- [4] **Mayer, D.:** "Voda od nastanka do upotrebe", Prosvjeta, Zagreb, (2004), ISBN 953-7130-09-6
- [5] **Briški F.:** " Zaštita okoliša", Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (2016), ISBN 978-953-197-589-6
- [6] **Tušar, B.:** "Pročišćavanje otpadnih voda", Kigen d.o.o. , Zagreb, (2009)
- [7] **Sewell,H.G.:** " Environmental Quality Menagement, Prentice-Hall Inc.,VIII +311, New York
- [8] **Mayer,D.:** " Mogućnost zagađivanja vodonosnih slojeva kao posljedica hidrodinamičkih značajki na području Save u SR Hrvatskoj." Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, (1980.)
- [9] **Tedeschi,S.:** "Zaštita voda", Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Zagreb, (1997)
- [10] **Plišo,S.:** "Otrovi putuju podzemljem", Zagrebačka vodoprivreda, br.32 16-22, Zagreb
- [11] **Pettyjohn, W.A.:** "Ground-Water Pollution-An Inmmisent Disaster, Ground Water, Vol.17, No 1, 18-24 Louisville, (1979)
- [12] **Pettyjohn, W.A:** "Good Coffee Water Needs Body, Ground Water, Vol.10, No. 5, 47-49, Louisville, (1972)

- [13] Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, Zagreb, (2009)
- [14] Zakon o vodama (NN/153-09)
- [15] Državni plan za zaštitu voda (NN, 8/99.)
- [16] **Grizelj Šimić, V.:** "Kontrola izvora onečišćenja voda", Hrvatske vode, Zagreb, (2016.)
- [16] <http://www.bor-plastika.hr/industrijske-otpadne-vode/>
- [17] <https://vdocuments.site/documents/izvori-oneciscivaca-voda.html>

## **10.PRILOZI**

### **10.1. Popis slika**

SI 1.Kruženje vode u prirodi.....	2
SI 2. Raspodjela vode na zemlji .....	5
SI 3. Izvori onečišćenja voda .....	8
SI 4. Godišnja obnovljiva masa vode, potrošnja po stanovniku i kućanstvima .....	8
SI 6. Mogućnost zagađenja podzemnih voda .....	12
SI 7. Promjena kakvoće vode uporabom .....	19
SI 8. Neke vrste onečišćenja otpadnih voda i posljedice .....	20
SI 9. Otpadne vode iz kućanstava .....	22
SI 10. Industrijske otpadne vode .....	23
SI 11. Prikaz nastanka otpadnih oborinskih voda (poljoprivrednih) .....	25
SI 12. Pokazatelji onečišćenja otpadnih komunalnih voda .....	26

### **10.2. Popis tablica**

Tab. 1 Promjena svojstava vode ovisno o temperaturi [9] .....	13
Tab. 2 Učestalost uzročnika onečišćenja podzemnih voda u SAD-u [4] .....	15